

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-290203
(P2002-290203A)

(43)公開日 平成14年10月4日(2002.10.4)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 3 H	9/25	H 0 3 H	Z 5 J 0 9 7
	9/145	9/145	C
	9/64	9/64	D
			Z

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願2001-86170(P2001-86170)

(22)出願日 平成13年3月23日(2001.3.23)

(71)出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72)発明者 沢田 曜一

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(72)発明者 高崎 洋

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(74)代理人 100080034

弁理士 原 謙三

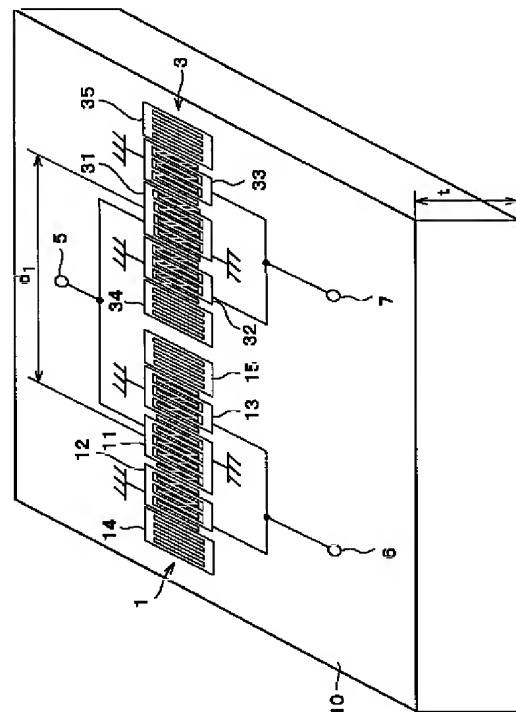
Fターム(参考) 5J097 AA05 AA12 AA15 AA29 BB11
CC02 EE09 GG03

(54)【発明の名称】 弾性表面波装置、通信装置

(57)【要約】

【課題】 多機能化、小型化を図りながら、伝送特性が改善された弾性表面波装置およびそれを用いた通信装置を提供する。

【解決手段】 圧電基板10上に、弾性表面波フィルタ素子1と弾性表面波フィルタ素子3とをそれらの伝搬路が重なるように設ける。各弾性表面波フィルタ素子1、3間の中心間隔 d_1 、圧電基板10の厚さ t としたとき、 $d_1 \leq 2.3 \times t$ もしくは $d_1 \geq 2.8 \times t$ となるように各弾性表面波フィルタ素子1、3、圧電基板10を設定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】圧電基板上に弾性表面波の伝搬方向に沿って形成された複数のくし型電極部を備える第1の弾性表面波フィルタ素子と、前記圧電基板上に弾性表面波の伝搬方向に沿って形成された複数のくし型電極部を備える第2の弾性表面波フィルタ素子とを有し、第1および第2の弾性表面波フィルタ素子のそれぞれの伝搬路が重なりあった部分を備えた弾性表面波装置において、第1の弾性表面波フィルタ素子と第2の弾性表面波フィルタ素子の中心間隔を d_1 、前記圧電基板の厚みを t とした場合、

$d_1 \leq 2.3 \times t$ もしくは $d_1 \geq 2.8 \times t$ となるように、第1の弾性表面波フィルタ素子、第2の弾性表面波フィルタ素子、および圧電基板が設定されていることを特徴とする弾性表面波装置。

【請求項2】請求項1記載の弾性表面波装置において、第1の弾性表面波フィルタ素子と第2の弾性表面波フィルタ素子の通過帯域内における伝送振幅特性がほぼ等しく、伝送位相特性がおよそ 180° 異なっており、入出力端子のうち、一方が不平衡端子、他方が平衡端子であることを特徴とする弾性表面波装置。

【請求項3】請求項1記載の弾性表面波装置において、マルチバンドフィルタとして動作するように、第1、第2の弾性表面波フィルタ素子の中心周波数が互いに異なっていることを特徴とする弾性表面波装置。

【請求項4】圧電基板上に弾性表面波の伝搬方向に沿って形成された複数のくし型電極部を備えた第1ないし第4の弾性表面波フィルタ素子を有し、第1の弾性表面波フィルタ素子と第3の弾性表面波フィルタ素子が縦続接続され、第2の弾性表面波フィルタ素子と第4の弾性表面波フィルタ素子が縦続接続され、第1、第2の弾性表面波フィルタ素子のそれぞれの伝搬路が重なりあった部分を有し、第3、第4の弾性表面波フィルタ素子のそれぞれの伝搬路が重なりあった部分を備える弾性表面波装置において、第1の弾性表面波フィルタ素子と第2の弾性表面波フィルタ素子の中心間隔を d_1 とし、第3の弾性表面波フィルタ素子と第4の弾性表面波フィルタ素子の中心間隔を d_2 とし、励振される弾性表面波の波長が入であるときに、 d_1 と d_2 の差がおよそ $(2n+1) \times 0.5\lambda$ ($n=0, 1, 2, 3, \dots$)となるように第1ないし第4の弾性表面波フィルタ素子が配置されていることを特徴とする弾性表面波装置。

【請求項5】請求項4記載の弾性表面波装置において、第1ないし第4の弾性表面波フィルタ素子の通過帯域内における伝送振幅特性が互いにほぼ等しく、第1ないし第4の弾性表面波フィルタ素子のうち3つの弾性表面波フィルタ素子がほぼ同じ伝送位相特性を有し、残るひとつの弾性表面波フィルタ素子が他の3つの弾性表面波フィルタ素子とおよそ 180° 異なる伝送位相特性を備

え、入出力端子のうち一方が不平衡端子、他方が平衡端子であることを特徴とする弾性表面波装置。

【請求項6】請求項4または5記載の弾性表面波装置において、

前記圧電基板の厚みを t としたとき、 d_1 および d_2 が、

$d_1 \leq 2.3 \times t$ もしくは $d_1 \geq 2.8 \times t$ 、 $d_2 \leq 2.3 \times t$ もしくは $d_2 \geq 2.8 \times t$ となるように、第1ないし第4の弾性表面波フィルタ素子、および圧電基板が設定されていることを特徴とする弾性表面波装置。

【請求項7】請求項1ないし6の何れかに記載の弾性表面波装置において、

圧電基板は、 $36^\circ \sim 44^\circ$ Y-XLiTaO₃ 基板であることを特徴とする弾性表面波装置。

【請求項8】請求項1ないし7の何れかに記載の弾性表面波装置を用いたことを特徴とする通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、弾性表面波フィルタといった弾性表面波装置、特に入力側と出力側の特性インピーダンスが異なり、かつ不平衡－平衡変換機能を有する弾性表面波装置およびそれを用いた通信装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年の携帯電話といった携帯可能な通信装置の小型化、軽量化に対する技術的進歩は目覚ましいものがある。これを実現するための手段として、各構成部品の削減、小型化はもとより、複数の機能を複合した構成部品の開発も進んできた。

【0003】このような状況を背景に、RF段に使用する弾性表面波フィルタでは平衡－不平衡の変換機能いわゆる balan 機能を付加したバランス対応フィルタや、複数の通過帯域を備えたマルチバンドフィルタが実現されている。

【0004】例えば特開平10-117123号公報には、伝送位相特性が互いに 180° 異なった弾性表面波フィルタを組み合わせることで不平衡入力－平衡出力を実現したバランス対応フィルタである弾性表面波フィルタが開示されている。上記公報で示されている弾性表面波フィルタの構成を図9に示す。

【0005】上記弾性表面波フィルタは、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ511と、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ512とを有している。縦結合共振子型弾性表面波フィルタ511は、弾性表面波フィルタ素子501を2段に縦続接続したものである。縦結合共振子型弾性表面波フィルタ512は、弾性表面波フィルタ素子501と、弾性表面波フィルタ素子501とは伝送位相がおよそ 180° 異なる弾性表面波フィルタ素子502とを縦続接続したものである。

【0006】上記弾性表面波フィルタでは、それぞれの

入出力端子の一方を並列接続、他方を直列接続し、並列接続端子を不平衡端子503、直列接続端子を各平衡端子504としている。

【0007】また、マルチバンドフィルタでは例えば特開平10-341135号で開示されているように複数の通過帯域を得るために複数の弾性表面波フィルタ素子（SAWフィルタ）が圧電基板上に設けられている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の弾性表面波フィルタでは、通過帯域での伝送特性にリップルが発生して、伝送特性の劣化という問題を生じている。

【0009】つまり、機能が複合化された弾性表面波フィルタでは、同一圧電基板上に複数の弾性表面波フィルタ素子を形成する必要がある。このような同一圧電基板上に複数のフィルタ素子を形成した弾性表面波フィルタで小型化を進める場合、2つの弾性表面波フィルタ素子が弾性表面波の伝搬方向に並べて配置される場合が多々ある。

【0010】しかし、2つの弾性表面波フィルタ素子が表面波の伝搬方向に並べて配置された場合にはバルク波の影響により、伝送信号において通過帯域内にリップルが生じることがある。

【0011】携帯電話用RFフィルタでは、通過帯域内の伝送特性ができるだけ平坦であることが望ましく、この様なリップルの発生は平坦性の悪化として改善すべき課題となる。

【0012】この対策として圧電基板の裏面を荒らす（サンドブラストのように凹凸を形成）加工等が検討されているが、裏面を荒らすほど圧電基板が割れやすくなることや、加工時の熱や応力によりウェハー状態での反りが大きくなるなどの問題があった。よって、従来から、小型化を図りながら、裏面を荒らす加工を回避し、かつバルク波によるリップルを低減させた弾性表面波フィルタ（弾性表面波装置）が求められている。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明の弾性表面波装置は、以上の課題を解決するために、圧電基板上に弾性表面波の伝搬方向に沿って形成された複数のくし型電極部（インターデジタルトランスデューサ、以下、IDTと略記する）を備える第1の弾性表面波フィルタ素子と、前記圧電基板上に弾性表面波の伝搬方向に沿って形成された複数のIDTを備える第2の弾性表面波フィルタ素子とを有し、第1および第2の弾性表面波フィルタ素子のそれぞれの伝搬路が重なりあった部分を備えた弾性表面波装置において、第1の弾性表面波フィルタ素子と第2の弾性表面波フィルタ素子の中心間隔を d_1 、前記圧電基板の厚みを t とした場合、 $d_1 \leq 2.3 \times t$ もしくは $d_1 \geq 2.8 \times t$ となるように、第1の弾性表面波フィルタ素子、第2の弾性表面波フィルタ素子、および圧

電基板が設定されていることを特徴としている。

【0014】上記構成によれば、第1および第2の弾性表面波フィルタ素子をそれぞれ設けたことにより、特定の通過帯域を備えたフィルタ機能を有すると共に、複数の弾性表面波フィルタ素子により多機能化や機能の複合化が可能となる。

【0015】また、上記構成では、第1の弾性表面波フィルタ素子、第2の弾性表面波フィルタ素子、および圧電基板を $d_1 \leq 2.3 \times t$ もしくは $d_1 \geq 2.8 \times t$ となるように設定したことにより、第1および第2の各弾性表面波フィルタ素子間にて、励振された弾性表面波から生じるバルク波の影響を抑制できる。

【0016】このことから、上記構成では、多機能化および小型化を図りながら、通過帯域内での伝送信号に対するバルク波に起因するリップルの発生を軽減できて、より平坦で良好なフィルタ特性が得られるので、通過帯域内での伝送特性を改善できる。

【0017】また、上記構成においては、圧電基板の裏面を荒らすことを省いても、バルク波の影響を抑制できるので、上記裏面を荒らす工程による圧電基板の割れといった不良の発生を回避できて、製造工程中の不良率の低減が可能である。

【0018】上記弾性表面波装置では、第1の弾性表面波フィルタ素子と第2の弾性表面波フィルタ素子の通過帯域内における伝送振幅特性がほぼ等しく、伝送位相特性がおおよそ 180° 異なっており、入出力端子のうち、一方が不平衡端子、他方が平衡端子であることが好ましい。

【0019】上記構成によれば、伝送位相特性をおおよそ 180° 異なることにより、不平衡—平衡との間で変換機能を備えることができるので、多機能化を図れる。

【0020】上記弾性表面波装置においては、マルチバンドフィルタとして動作するように、第1、第2の弾性表面波フィルタ素子の中心周波数が互いに異なっているもよい。

【0021】上記構成によれば、第1、第2の弾性表面波フィルタ素子の中心周波数を互いに異なるように設定することによって、マルチバンドフィルタとして動作させることが可能となり、多機能化や機能の複合化を図れる。

【0022】本発明の他の弾性表面波装置は、前記の課題を解決するために、圧電基板上に弾性表面波の伝搬方向に沿って形成された複数のIDTを備えた第1ないし第4の弾性表面波フィルタ素子を有し、第1の弾性表面波フィルタ素子と第3の弾性表面波フィルタ素子が縦続接続され、第2の弾性表面波フィルタ素子と第4の弾性表面波フィルタ素子が縦続接続され、第1、第2の弾性表面波フィルタ素子のそれぞれの伝搬路が重なりあった部分を有し、第3、第4の弾性表面波フィルタ素子のそれぞれの伝搬路が重なりあった部分を備える弾性表面波

装置において、第1の弾性表面波フィルタ素子と第2の弾性表面波フィルタ素子の中心間隔を d_1 とし、第3の弾性表面波フィルタ素子と第4の弾性表面波フィルタ素子の中心間隔を d_2 とし、励振される弾性表面波の波長が入であるときに、 d_1 と d_2 の差がおよそ $(2n+1) \times 0.5\lambda$ ($n=0, 1, 2, 3, \dots$)となるように第1ないし第4の弾性表面波フィルタ素子が配置されていることを特徴としている。

【0023】上記構成によれば、第1ないし第4の弾性表面波フィルタ素子をそれぞれ設けたことにより、特定の通過帯域を備えたフィルタ機能を有すると共に、複数の弾性表面波フィルタ素子により多機能化や機能の複合化を図れる。

【0024】また、上記構成では、第1、第2の弾性表面波フィルタ素子と、第3、第4の弾性表面波フィルタ素子とを、小型化のために互いに近接して設けても、 d_1 と d_2 の差をおよそ $(2n+1) \times 0.5\lambda$ ($n=0, 1, 2, 3, \dots$)つまり、弾性表面波の半波長のほぼ奇数倍に設定することにより、第1、第2の弾性表面波フィルタ素子と、第3、第4の弾性表面波フィルタ素子との間での、バルク波に起因するリップルの発生を低減できる。

【0025】したがって、上記構成では、フィルタ機能を備えると共に、多機能化および小型化を図りながら、リップルの発生を軽減できて、より平坦で良好なフィルタ特性が得られるので、通過帯域内での伝送特性を改善できる。

【0026】上記弾性表面波装置では、第1ないし第4の弾性表面波フィルタ素子の通過帯域内における伝送振幅特性が互いにほぼ等しく、第1ないし第4の弾性表面波フィルタ素子のうち3つの弾性表面波フィルタ素子がほぼ同じ伝送位相特性を有し、残るひとつの弾性表面波フィルタ素子が他の3つの弾性表面波フィルタ素子とおよそ 180° 異なる伝送位相特性を備え、入出力端子のうち一方が不平衡端子、他方が平衡端子であることが望ましい。

【0027】上記構成によれば、ひとつの弾性表面波フィルタ素子を他の3つの弾性表面波フィルタ素子に対し逆位相に設定することにより、不平衡—平衡間の変換機能を備えることができて、多機能化を図れる。

【0028】上記弾性表面波装置においては、前記圧電基板の厚みを t としたとき、 d_1 および d_2 が、 $d_1 \leq 2.3 \times t$ もしくは $d_1 \geq 2.8 \times t$ 、 $d_2 \leq 2.3 \times t$ もしくは $d_2 \geq 2.8 \times t$ となるように、第1ないし第4の弾性表面波フィルタ素子、および圧電基板が設定されていてもよい。

【0029】上記構成によれば、さらに、 d_1 および d_2 を上記のように設定することにより、リップルの発生を抑制できて、伝送特性をさらに改善できる。

【0030】上記弾性表面波装置では、圧電基板は、 3

$6^\circ \sim 44^\circ$ Y-X LiTaO₃ 基板であってもよい。上記構成によれば、圧電基板を、 $36^\circ \sim 44^\circ$ Y-X LiTaO₃ 基板とすることにより、良好な圧電性によって挿入損失を軽減できると共に、優れた温度特性による環境温度の影響を抑制できる。

【0031】本発明の通信装置は、前記の課題を解決するために、上記の何れかに記載の弾性表面波装置を用いたことを特徴としている。

【0032】上記構成によれば、多機能化および小型化され、かつ、通過帯域内での伝送特性が改善された弾性表面波装置を用いたので、優れた送受信機能を発揮しながら、小型化できる。

【0033】

【発明の実施の形態】本発明の実施の各形態について図1ないし図8に基づいて説明すれば、以下の通りである。

【0034】〔実施の第一形態〕図1は本発明の実施の第一形態に係る弾性表面波装置としての弾性表面波フィルタの構造を示す模式斜視図である。上記弾性表面波フィルタは、図1に示すように、弾性表面波フィルタ素子（第1の弾性表面波フィルタ素子）1と、伝送位相特性が前記弾性表面波フィルタ1とはおよそ 180° 異なる弾性表面波フィルタ素子（第2の弾性表面波フィルタ素子）3とを圧電基板10上にそれぞれ有している。

【0035】上記圧電基板10は、例えば 39° Y-X LiTaO₃ からなり、基板厚 t が例えば $285\mu\text{m}$ にて形成されている。上記圧電基板10の素材としては、上記に限定されるものではなく、他の圧電性を有する、例えば水晶やLiNbO₃ を用いることができる。

【0036】上記弾性表面波フィルタ素子1、3については、それらの基本的な構成は同一であり（中心周波数は共に 942.5MHz ）、弾性表面波フィルタ素子3の伝送特性が、弾性表面波フィルタ素子1の伝送特性に対し 180° 異なるように設定されている点が異なる。このような設定により、上記弾性表面波フィルタは、フィルタ機能と共に、不平衡—平衡間の変換機能を有している。

【0037】まず、弾性表面波フィルタ素子1について説明すると、弾性表面波フィルタ素子1は、中央IDT11の左右（弾性表面波の伝搬方向に沿った方向）にそれぞれ各IDT12、13が配置されている。さらに、IDT12、中央IDT11、IDT13を左右からそれぞれ挟むように各反射器14、15が配置されている。他の弾性表面波フィルタ素子3についても同様に、IDT32、中央IDT31、IDT33、各反射器34、35を備えている。よって、上記各弾性表面波フィルタ素子1、3は、縦結合共振器型である。

【0038】中央IDT11といったIDTは、帯状の基端部（バスバー）と、その基端部の一方の側部から直交する方向に延びる複数の、互いに平行で等間隔な帯状

の各電極指とを備えた電極指部を2つ備えており、上記各電極指部の電極指の側部を互いに対面するように互いの電極指間に入り組んだ状態にて上記各電極指部を有するものである。

【0039】このようなIDTでは、各電極指の長さや幅、隣り合う各電極指の間隔、互いの電極指間での入り組んだ状態の対面長さを示す交差幅を、それぞれ設定することにより信号変換特性や、通過帯域の設定が可能となっている。

【0040】また、上記の各電極指やバスバーや、反射器14等の各反射器は、フォトリソグラフィ法等により圧電基板10上に形成された、例えばアルミニウム(A1)電極(箔)によって形成されている。

【0041】上記弾性表面波フィルタ素子1の中央IDT11と、弾性表面波フィルタ素子3の中央IDT31とに接続された不平衡端子5が設けられている。弾性表面波フィルタ素子1の各IDT12、13に接続された、一方の平衡端子6が設けられている。弾性表面波フィルタ素子3の各IDT32、33に接続された、他方の平衡端子7が設けられている。

【0042】弾性表面波フィルタ素子1と、弾性表面波フィルタ素子3とは、弾性表面波の伝搬方向に隣り合って並んで配置され、上記両者の間の中心間隔 d_1 が、例えば620.0 μm に設定されている。

【0043】このように弾性表面波フィルタ素子1と、弾性表面波フィルタ素子3とを、弾性表面波の伝搬方向に隣り合って並んで配置、より好ましくは各弾性表面波フィルタ素子1、3の伝搬方向の各中心線をほぼ一致させることにより、圧電基板10を小さく設定でき、得られた弾性表面波フィルタを多機能化を図りながら小型化できる。

【0044】なお、図1では、各弾性表面波フィルタ素子の各電極指の対数(ペア数)、反射器の各電極指の本数はその数が多く、全ては記載できないため簡略化して記載した。

【0045】このような弾性表面波フィルタは、入力側の各IDT11、31により電気信号が弾性表面波へと変換され、出力側の各IDT12、13、32、33にて再び電気信号へと変換がなされることで周波数の選択が行われフィルタとして機能する。

【0046】また、上記弾性表面波フィルタでは、圧電基板10において、主に漏洩弾性表面波と呼ばれる波動が励振されるが、この波動の特徴として圧電基板10の内部に向けてバルク波を放射しながら表面を伝搬する。

【0047】この漏洩弾性表面波の伝搬に伴って放射されるバルク波は方向依存性が強く、放射される角度はある範囲に限定されている。図2に示すようにある角度で、一つの弾性表面波フィルタ素子1から放射されたバルク波8が圧電基板10の底面10aで反射し再び表面10bに戻って来る。このとき、戻って来る領域に、他

方の弾性表面波フィルタ素子3が存在するとその影響を大きく受け通過帯域内の伝送特性に不要なリップルが生じることが判った。

【0048】従って、このバルク波8の影響を回避して通過帯域内の伝送特性がより平坦なフィルタ特性を得るために種々検討した結果、例えば、弾性表面波フィルタ素子1から放射されたバルク波8が再び表面10bに戻ってくる領域以外に、弾性表面波フィルタ素子1と隣り合う弾性表面波フィルタ素子3の中央IDT31を配置させればよいことが判った。

【0049】本実施の第一形態における中心間隔 d_1 を種々変えることで、各弾性表面波フィルタ素子1、3の中心間隔 d_1 と通過帯域内に生じるリップルの大きさの関係を調査した。また、圧電基板10の厚さも変化させて、種々の中心間隔 d_1 でのリップルの大きさの関係を調査した。図3にそれらの結果を示す。

【0050】この結果から、各弾性表面波フィルタ素子1、3の間の中心間隔 d_1 が $2.3t < d < 2.8t$ の範囲にあるときに、通過帯域内でのリップル量が0.15dB以上と大きくなっていることが判る。

【0051】よって、各弾性表面波フィルタ素子1、3の間の中心間隔 d_1 が上式の範囲外となるように各弾性表面波フィルタ素子1、3の配置を行なうことで帯域内リップルを低減することができる。

【0052】本発明では、上記中心間隔 d_1 が、 $2.3t$ 以下($d_1 \leq 2.3 \times t$)であるか、または、 $2.8t$ 以上($d_1 \geq 2.8 \times t$)であれば、本発明の効果を発揮できるが、中心間隔 d_1 は、好ましくは、 $1.6t \leq d_1 \leq 2.3t$ 、または $2.8t \leq d_1 \leq 3.5t$ 、より好ましくは、 $1.7t \leq d_1 \leq 2.1t$ 、または $2.9t \leq d_1 \leq 3.3t$ である。 d_1 が $3.5t$ を超えると小型化に支障が生じる。 d_1 が $1.6t$ を下回ると、反射器(リフレクタ)の電極指本数が少なくなり、通過帯域外のスプリアスの増大が大きい。

【0053】〔実施の第二形態〕図4は本発明の実施の第二形態に係る弾性表面波装置としての弾性表面波フィルタの構造を示す模式斜視図である。なお、本実施の第二形態においては、上記実施の第一形態にて示した弾性表面波フィルタと同様な機能を有する部材については同一の部材番号を付与してその説明を省いた。

【0054】上記弾性表面波フィルタは、図4に示すように、上記実施の第一形態の弾性表面波フィルタに加え、さらに、各弾性表面波フィルタ素子2、4(第3および第4の弾性表面波フィルタ素子、共に中心周波数942.5MHz)を有する、2段の縦結合共振子型の弾性表面波フィルタである。

【0055】上記弾性表面波フィルタは、圧電基板10上に形成された弾性表面波フィルタ素子1、2、4と、伝送位相特性が上記弾性表面波フィルタ1、2、4とはおよそ180°異なる弾性表面波フィルタ素子3とを有

している。このような設定により、上記弾性表面波フィルタは、フィルタ機能と共に、不平衡－平衡間の交換機能を有している。

【0056】なお、本実施の第二形態では、弾性表面波フィルタ素子3を、他と180°位相が異なる逆位相に設定したが、各弾性表面波フィルタ素子1、2、3、4の内、何れか一つを逆位相に設定すれば、同様の効果が得られる。

【0057】上記弾性表面波フィルタ素子1と弾性表面波フィルタ素子2とは互いに縦続接続されている。上記弾性表面波フィルタ素子3と弾性表面波フィルタ素子4とは互いに縦続接続されている。また、各弾性表面波フィルタ素子1～4は、弾性表面波フィルタ素子1、3の伝搬方向と、弾性表面波フィルタ素子2、4の伝搬方向とが互いにほぼ平行となるように設置されている。このような設置により、得られた弾性表面波フィルタは多機能化を図りながら小型化できる。

【0058】上記弾性表面波フィルタ素子1の中央IDT11と、弾性表面波フィルタ素子3の中央IDT31とに接続された不平衡端子5が設けられている。弾性表面波フィルタ素子2の中央IDT21に接続された、一方の平衡端子6が設けられている。弾性表面波フィルタ素子4の中央IDT41に接続された、他方の平衡端子7が設けられている。

【0059】弾性表面波フィルタ素子1と、弾性表面波フィルタ素子3とは、弾性表面波の伝搬方向に隣り合って配置され、各弾性表面波フィルタ素子1、3の間の中心間隔 d_1 が例えば620.0 μm である。

【0060】弾性表面波フィルタ素子2と、弾性表面波フィルタ素子4とは、弾性表面波の伝搬方向に隣り合って配置され、各弾性表面波フィルタ素子2、4の間の中心間隔 d_2 が、上記 d_1 に対応して例えば622.1 μm である。各弾性表面波フィルタ素子の対数（ペア数）、反射器の本数はその数が多く、記載できないため簡略化して記載した。

【0061】本実施の第二形態は、2段縦続接続した各弾性表面波フィルタ素子1、2、3、4を用いて平衡－不平衡交換機能を有する弾性表面波フィルタを構成した例である。

【0062】弾性表面波フィルタは、入力側の各IDT11、31により電気信号が弾性表面波へと変換され、出力側の各IDT21、41にて再び電気信号へと変換がなされることで周波数の選択が行なわれフィルタとして機能する。

【0063】次に、本実施の第二形態のように、1段目の各弾性表面波フィルタ素子1、3での中心間隔 d_1 と、2段目の各弾性表面波フィルタ素子2、4での中心間隔 d_2 とを相違させた場合について説明する。

【0064】つまり、2段縦続接続された弾性表面波フィルタ素子の1段目同士の中心間隔 d_1 と2段目同士の

中心間隔 d_2 を、弾性表面波の波長の $(2n+1)/2$ 倍（ $n=0, 1, 2, 3\cdots$ ）だけ互いに異ならせることで、バルク波による帯域内リップルの発生を更に低減することができる。

【0065】前記実施の第一形態にて述べてきたバルク波によるリップルの発生は弾性表面波フィルタ素子内部で励振されている弾性表面波とバルク波との間の位相関係により生じる。

【0066】すなわち、周波数により弾性表面波とバルク波との間の位相が一致し互いに強め合う関係にある場合と、弾性表面波とバルク波との間の位相が反転し互いに弱め合う関係にある場合があり、図5（a）に示すようにバルク波の影響が無い場合に得られるフィルタ特性に対して、伝送特性に凹凸（リップル）が生じる。

【0067】この凹凸が1段目と2段目で反転している場合には、2段縦続接続した全体のフィルタ特性では凹凸が打ち消し合い、リップルの無いフィルタ特性が得られる。凹凸を反転させるには弾性表面波とバルク波との間の位相関係を反転すれば良いが、これは弾性表面波フィルタ素子の中心間隔を励振される弾性表面波の波長の $(2n+1)/2$ 倍（ $n=0, 1, 2, 3\cdots$ ）だけ異ならせることで可能である。

【0068】弾性表面波の位相特性は各々の弾性表面波フィルタ素子1、2、3、4内部の電極指構造で決定しているため、各弾性表面波フィルタ素子1、2、3、4の配置に依存しないが、バルク波は各弾性表面波フィルタ素子1、2、3、4の配置により伝搬路長が変わるため位相特性も変わる。

【0069】弾性表面波フィルタ素子内で励振されている弾性表面波と放射されるバルク波は一定の関係があるため弾性表面波フィルタ素子の中心間隔を1波長分変えることで、バルク波の伝搬距離も1波長分変えることができる。

【0070】従って1段目同士の中心間隔 d_1 と2段目同士の中心間隔 d_2 を、弾性表面波の波長の $(2n+1)/2$ 倍（ $n=0, 1, 2, 3\cdots$ ）だけ異ならせることで、1段目におけるバルク波の影響による凹凸（図5（a）参照）と、2段目におけるバルク波の影響による凹凸（図5（b）参照）とが互いに反転することになり、2段縦続接続した全体のフィルタ特性では各凹凸が打ち消し合い、リップルの無いフィルタ特性が得られる（図5（c）参照）。

【0071】本実施の第二形態で得られたフィルタ特性と改善される前のフィルタ特性の比較を図6に示す。改善される前の比較例としての弾性表面波装置では $d_1 = d_2 = 620\mu\text{m}$ 、 $t = 285\mu\text{m}$ に設定されている。本実施の第二形態で得られるフィルタ特性は、図6から明らかなように、比較例と比べてリップルがなく良好な特性が得られていることが判る。

【0072】また、本実施の第二形態に係る弾性表面波

フィルタにおいても、 d_1 、 d_2 を、前記の実施の第一形態と同様に、圧電基板10の基板厚さ t に対し設定することが、より良好な伝送特性が得られるので好ましい。

【0073】〔実施の第三形態〕図7は本発明の実施の第三形態を示す弾性表面波装置としての弾性表面波フィルタの模式斜視図である。なお、本実施の第三形態においては、上記実施の第一および第二形態にて示した弾性表面波フィルタと同様な機能を有する部材については同一の部材番号を付与してその説明を省いた。

【0074】本実施の第三形態に係る弾性表面波フィルタでは、図7に示すように、2つの通過帯域を備えるために、圧電基板10上に形成された弾性表面波フィルタ素子301（中心周波数895.5MHz）と、前記弾性表面波フィルタ素子301と中心周波数の異なる弾性表面波フィルタ素子302（中心周波数942.5MHz）とが設けられている。

【0075】上記各弾性表面波フィルタ素子301、302は、互いに中心周波数が異なること以外については、前述の各弾性表面波フィルタ素子1と同様な構成を備えている。

【0076】また、各弾性表面波フィルタ素子301、302の各電極指の対数（ペア数）、反射器の各電極指の本数はその数が多く、図7上に全ては記載できないため簡略化している。弾性表面波フィルタ素子301と、弾性表面波フィルタ素子302との間の、弾性表面波の伝搬方向の中心間隔 d_1 を例えば620 μm とする。

【0077】本実施の第三形態では、前述の実施の第一形態と異なり中心周波数の相異なる各弾性表面波フィルタ素子301、302が互いに隣り合っているが、各弾性表面波フィルタ素子301、302の中心周波数が互いに異なっても漏洩弾性表面波が放射されるバルク波8の放射角は変わらない。

【0078】このため、各弾性表面波フィルタ素子301、302の間の中心間隔 d_1 を、 $2.3t < d_1 < 2.8t$ となるように配置した場合には、前述の実施の第一形態と同様の理由により、通過帯域内の伝送信号にリップルが生じる。

【0079】よって、各弾性表面波フィルタ素子301、302の間の中心間隔 d_1 が上式の範囲外となるように各弾性表面波フィルタ素子301、302の配置を行なうことで、マルチバンドフィルタとなる多機能な弾性表面波フィルタにおいても、通過帯域内での伝送信号に生じるリップルを低減することができる。また、このような本実施の第三形態を前記の実施の第二形態に適用しても同様な効果が得られる。

【0080】〔実施の第四形態〕続いて、図8を参照しながら、本実施の第一ないし第三形態に記載の弾性表面波フィルタを搭載した通信装置100について説明する。上記通信装置100は、受信を行うレシーバ側（R

x側）として、アンテナ101、アンテナ共用部/RFTopフィルタ102、アンプ103、Rx段間フィルタ104、ミキサ105、1stIFフィルタ106、ミキサ107、2ndIFフィルタ108、1st+2ndローカルシンセサイザ111、TCXO（temperature compensated crystal oscillator（温度補償型水晶発振器））112、デバイダ113、ローカルフィルタ114を備えて構成されている。Rx段間フィルタ104からミキサ105へは、図8に二本線で示したように、バランス性を確保するために各平衡信号にて送信することが好ましい。

【0081】また、上記通信装置100は、送信を行うトランシーバ側（Tx側）として、上記アンテナ101および上記アンテナ共用部/RFTopフィルタ102を共用するとともに、TxIFフィルタ121、ミキサ122、Tx段間フィルタ123、アンプ124、カプラ125、アイソレータ126、APC（automatic power control（自動出力制御））127を備えて構成されている。

【0082】そして、上記のRx段間フィルタ104、1stIFフィルタ106、TxIFフィルタ121、Tx段間フィルタ123には、上述した本実施の第一ないし第三形態に記載の弾性表面波フィルタが好適に利用できる。

【0083】よって、上記通信装置は、用いた弾性表面波フィルタが多機能化や小型化されており、さらに良好な伝送特性を備えていることにより、良好な送受信機能と共に小型化、特にGHz帯域以上において小型化を図れるものとなっている。

【0084】

【発明の効果】本発明の弾性表面波装置は、以上のように、圧電基板上に、それぞれの伝搬路が重なりあった部分を備えた第1の弾性表面波フィルタ素子と第2の弾性表面波フィルタ素子の中心間隔を d_1 、前記圧電基板の厚みを t とした場合、 $d_1 \leq 2.3 \times t$ もしくは $d_1 \geq 2.8 \times t$ となるように、第1の弾性表面波フィルタ素子、第2の弾性表面波フィルタ素子、および圧電基板が設定されている構成である。

【0085】それゆえ、上記構成は、多機能化や小型化を図りながら、 $d_1 \leq 2.3 \times t$ もしくは $d_1 \geq 2.8 \times t$ に設定することにより、伝送特性を向上できるという効果を奏する。

【0086】本発明の他の弾性表面波装置は、以上のように、圧電基板上に、伝搬路が重なりあった部分を有する第1の弾性表面波フィルタ素子と第2の弾性表面波フィルタ素子（中心間隔 d_1 ）と、伝搬路が重なりあった部分を有する第3の弾性表面波フィルタ素子と第4の弾性表面波フィルタ素子（中心間隔 d_2 ）を備え、励振される弾性表面波の波長が λ であるときに、 d_1 と d_2 の差がおおよそ $(2n+1) \times 0.5\lambda$ （ $n=0, 1, 2,$

3...)となるように第1ないし第4の弾性表面波フィルタ素子が配置されている構成である。

【0087】それゆえ、上記構成は、フィルタ機能を備えると共に、多機能化および小型化を図りながら、リップルの発生を軽減できて、より平坦で良好なフィルタ特性が得られるので、通過帯域内での伝送特性を改善できるという効果を奏する。

【0088】本発明の通信装置は、以上のように、上記の何れかに記載の弾性表面波装置を用いた構成である。

【0089】それゆえ、上記構成は、多機能化および小型化され、かつ、通過帯域内での伝送特性が改善された弾性表面波装置を用いたので、優れた送受信機能を発揮しながら、小型化できるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の第一形態に係る弾性表面波フィルタを示す模式斜視図である。

【図2】上記弾性表面波装置におけるバルク波放射を説明するための概念図である。

【図3】上記実施の第一形態において d_1 を変えたことによるリップルの発生量の関係を示すグラフである。

【図4】本発明の実施の第二形態に係る弾性表面波フィルタを示す模式斜視図である。

【図5】上記実施の第二形態における、リップルの低減

を説明するための説明図であって、(a)は1段目のフィルタ特性を示し、(b)は2段目のフィルタ特性を示し、(c)は1段目と2段目とを縦続接続したときのフィルタ特性を示す。

【図6】上記実施の第二形態にて改善されたフィルタ特性と改善前のフィルタ特性を比較して示すためのグラフである。

【図7】本発明の実施の第三形態に係る弾性表面波フィルタを示す模式斜視図である。

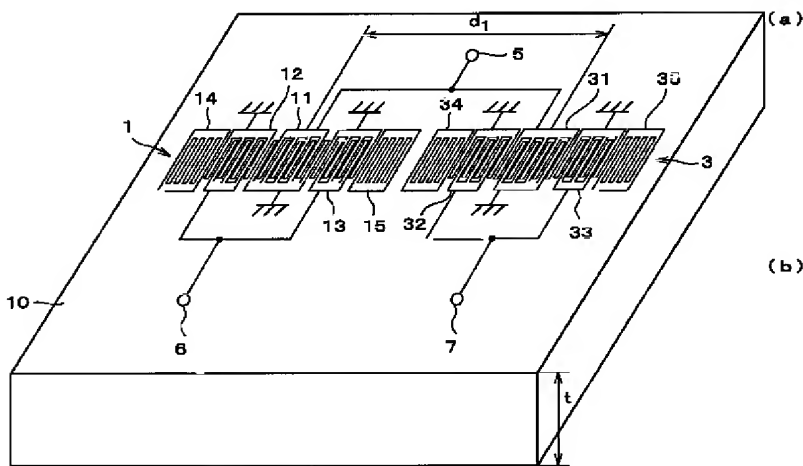
【図8】本発明の実施の第四形態に係る通信装置の要部ブロック図である。

【図9】従来の弾性表面波装置の概略平面図である。

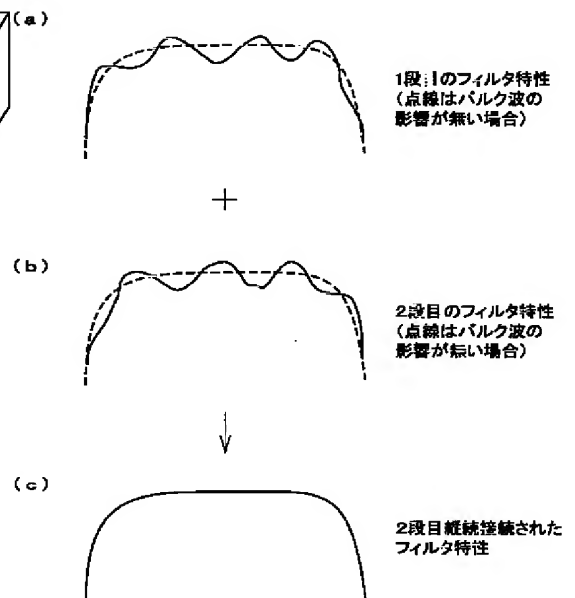
【符号の説明】

- 1 弾性表面波フィルタ素子（第1の弾性表面波フィルタ素子）
- 2 弾性表面波フィルタ素子（第3の弾性表面波フィルタ素子）
- 3 弾性表面波フィルタ素子（第2の弾性表面波フィルタ素子）
- 4 弾性表面波フィルタ素子（第4の弾性表面波フィルタ素子）
- 10 圧電基板

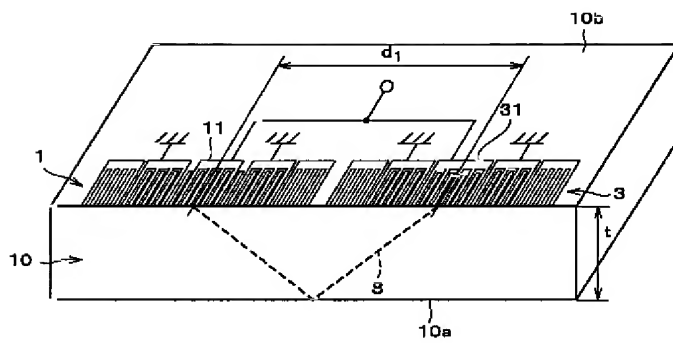
【図1】



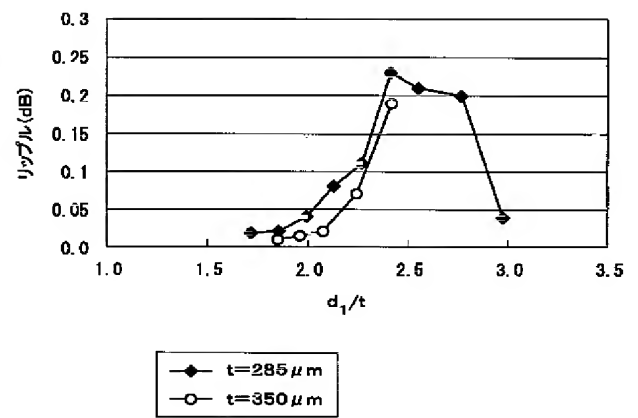
【図5】



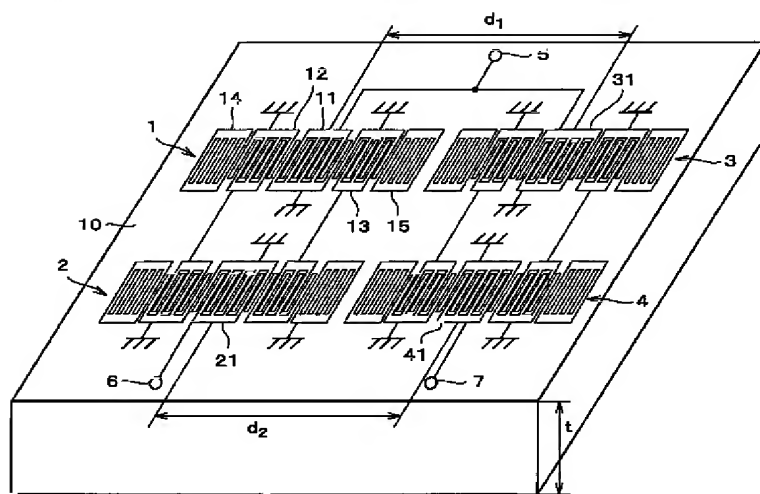
【図2】



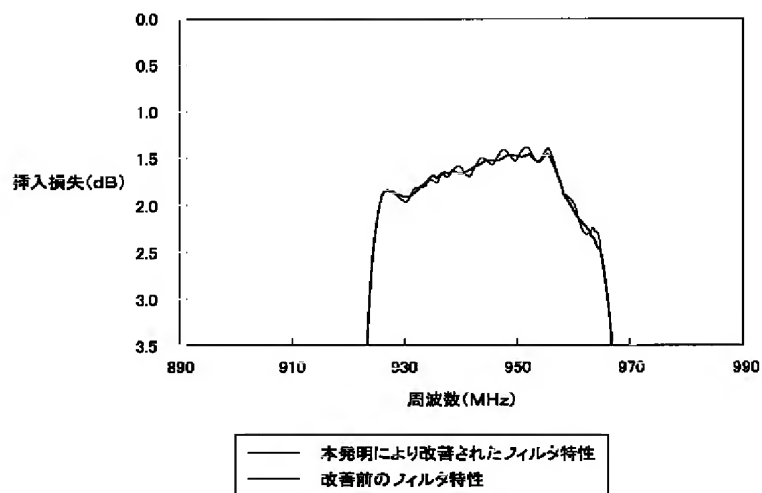
【図3】



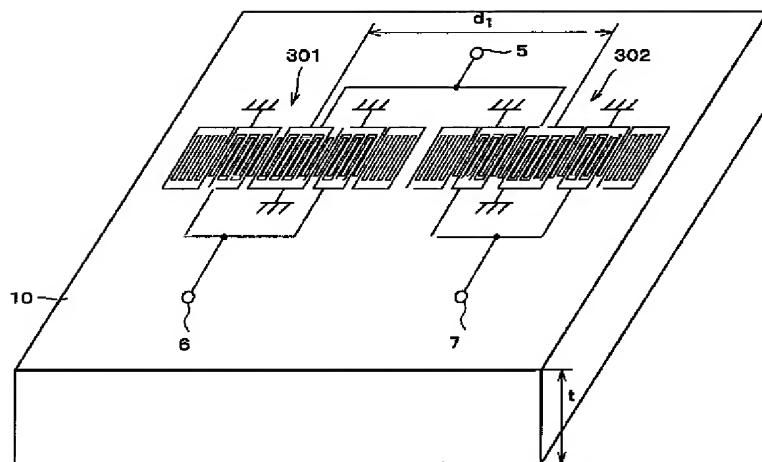
【図4】



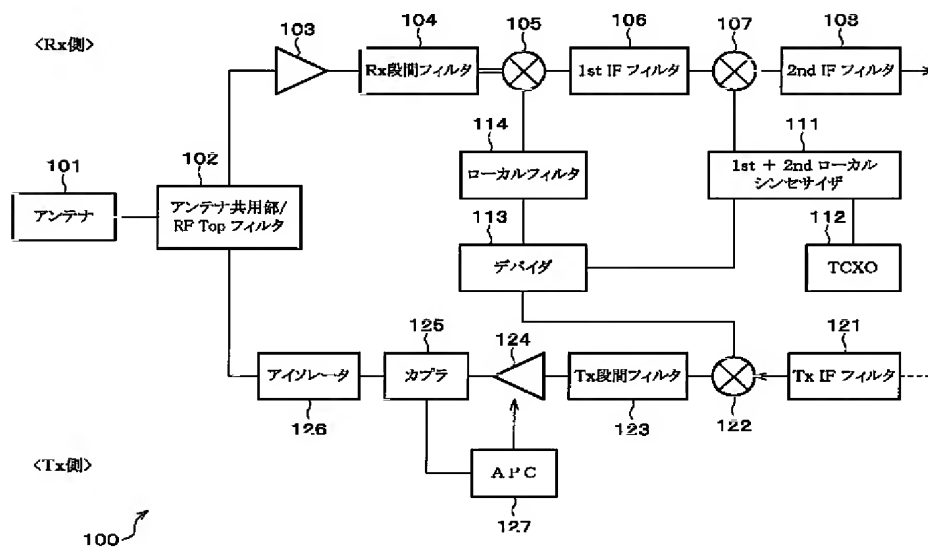
【図6】



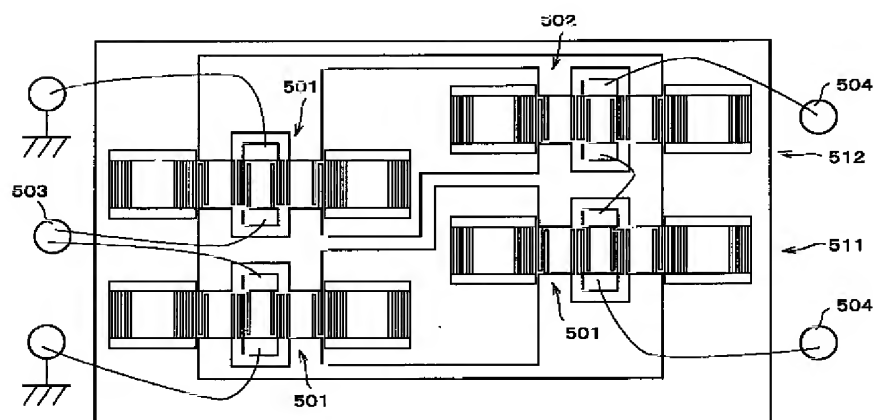
【図7】



【図8】



【図9】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-290203

(43)Date of publication of application : 04.10.2002

(51)Int.Cl. H03H 9/25

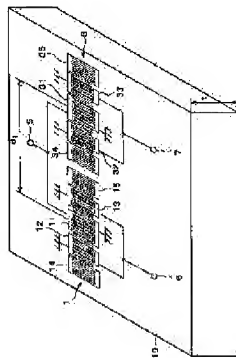
H03H 9/145

H03H 9/64

(21)Application number : 2001- (71)Applicant : MURATA MFG CO LTD
086170

(22)Date of filing : 23.03.2001 (72)Inventor : SAWADA YOICHI
TAKASAKI HIROSHI

(54) SURFACE ACOUSTIC WAVE DEVICE, COMMUNICATION DEVICE



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a surface acoustic wave device, the transmission characteristic of which is enhanced while multi-functioning and miniaturizing are attained and to provide a communication device employing it.

SOLUTION: Surface acoustic wave filter elements 1, 3 are provided on a piezoelectric substrate 10 in a way that their propagation paths are overlapped. The surface acoustic wave filter elements, 1, 3 and the piezoelectric substrate 10 are set so that a relation of $d1 \leq 2.3 \times t$ or $d1 \geq 2.8 \times t$ holds, where $d1$ is a center distance between the surface acoustic wave filter elements 1, 3 and t is the thickness of the piezoelectric substrate 10.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.08.2002

[Date of sending the examiner's
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3509764

[Date of registration] 09.01.2004

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

**JPO and INPIT are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The 1st surface acoustic wave filter element equipped with two or more comb mold polar zone formed along the propagation direction of a surface acoustic wave on the piezo-electric substrate, It has the 2nd surface acoustic wave filter element equipped with two or more comb mold polar zone formed along the propagation direction of a surface acoustic wave on said piezo-electric substrate. In surface acoustic wave equipment equipped with the part which each propagation path of the 1st and 2nd surface acoustic wave filter elements overlapped Main spacing of the 1st surface acoustic wave filter element and the 2nd surface acoustic wave filter element so that it may be set to $d_1 \leq 2.3xt$ or $d_1 \geq 2.8xt$, when thickness of d_1 and said piezo-electric substrate is set to t The 1st surface acoustic wave filter element, the 2nd surface acoustic wave filter element, and surface acoustic wave equipment characterized by setting up the piezo-electric substrate.

[Claim 2] Surface acoustic wave equipment with which it sets to surface acoustic wave equipment according to claim 1, and the transmission amplitude characteristic in the passband of the 1st surface acoustic wave filter element and the 2nd surface acoustic wave filter element is almost equal with equipment, about 180 degrees of transmission phase characteristics differ, and one side is characterized by an unbalance terminal and another side being balanced terminals among input/output terminals.

[Claim 3] Surface acoustic wave equipment characterized by the center frequency of the 1st and 2nd surface acoustic wave filter element differing mutually in surface acoustic wave equipment according to claim 1 so that it may operate as a multi-band filter.

[Claim 4] It has the 1st thru/or 4th surface acoustic wave filter element equipped with two or more comb mold polar zone formed along the propagation direction of a surface acoustic wave on the piezo-electric substrate. Cascade connection of the 1st surface acoustic wave filter element and the 3rd surface acoustic wave filter element is carried out. Cascade connection of the 2nd surface acoustic wave filter element and the 4th surface acoustic wave filter element is carried out. In surface acoustic wave equipment equipped with the part which it has the part which each propagation path of the 1st and 2nd surface acoustic wave filter element overlapped, and each propagation path of the 3rd and 4th surface acoustic wave filter element overlapped It is main spacing of the 1st surface acoustic wave filter element and the 2nd surface acoustic wave filter element d_1 It carries out. It is main **** of the 3rd surface acoustic wave filter element and the 4th surface acoustic wave filter element d_2 Carry out, and when the wavelength of the surface acoustic wave excited is λ d_1 Surface acoustic wave equipment characterized by arranging the 1st thru/or 4th surface acoustic wave filter element so that the difference of d_2 may be set to $x0.5\lambda$ ($n= 0, 1$ and $2, 3 \dots$) about $(2n+1)$.

[Claim 5] Set to surface acoustic wave equipment according to claim 4, and the transmission amplitude characteristic in the passband of the 1st thru/or 4th surface acoustic wave filter element is almost equal mutually. It has the transmission phase characteristic with three almost same surface acoustic wave filter elements among the 1st thru/or 4th surface acoustic wave filter element. Surface acoustic wave equipment which is equipped with the transmission phase characteristic in which about 180 degrees of one surface acoustic wave filter element which remains differ from other three surface acoustic wave filter elements, and is characterized by for one side being an unbalance terminal and another side being a balanced terminal among input/output terminals.

[Claim 6] It is d_1 when thickness of said piezo-electric substrate is set to t in surface acoustic wave equipment according to claim 4 or 5. And d_2 Surface acoustic wave equipment characterized by setting up the 1st thru/or the 4th

surface acoustic wave filter element, and a piezo-electric substrate so that it may be set to $d_1 \leq 2.3x_t$ or $d_1 \geq 2.8x_t$, $d_2 \leq 2.3x_t$, or $d_2 \geq 2.8x_t$.

[Claim 7] Setting to surface acoustic wave equipment given in any [claim 1 thru/or] of 6 they are, a piezo-electric substrate is 36 degrees - 44 degree Y-XLiTaO₃. Surface acoustic wave equipment characterized by being a substrate.
[Claim 8] The communication device characterized by using surface acoustic wave equipment given in any [claim 1 thru/or] of 7 they are.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the surface acoustic wave equipment which the characteristic impedances of surface acoustic wave equipment called a surface acoustic wave filter especially an input side, and an output side differ, and has an unbalance-balance conversion function, and the communication device using it.

[0002]

[Description of the Prior Art] The technical progress over the miniaturization of a

portable communication device called a cellular phone in recent years and lightweight-izing has a remarkable thing. As a means for realizing this, development of the component part which compounded the function of plurality [miniaturization / reduction of each component parts and] from the first has also progressed.

[0003] the surface acoustic wave filter used for RF stage against the background of such a situation -- ***** of balanced - unbalance -- the filter corresponding to the balance which added the so-called balun function, and the multi-band filter equipped with two or more passbands are realized.

[0004] For example, the surface acoustic wave filter which is a filter corresponding to the balance which realized the unbalanced input-balanced output by combining with JP,10-117123,A the surface acoustic wave filter with which 180 degrees of transmission phase characteristics differed mutually is indicated. The configuration of the surface acoustic wave filter shown in the above-mentioned official report is shown in drawing 9 .

[0005] The above-mentioned surface acoustic wave filter has the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter 511 and the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter 512. The vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter 511 carries out cascade connection of the surface acoustic wave filter element 501 to two steps. As for the surface acoustic wave filter element 501 and the surface acoustic wave filter element 501, the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter 512 carries out cascade connection of the surface acoustic wave filter element 502 from which about 180 degrees of transmission phases differ.

[0006] With the above-mentioned surface acoustic wave filter, series connection of parallel connection and another side is carried out for one side of each input/output terminal, a parallel connection terminal is used as the unbalance terminal 503, and the series connection terminal is used as each balanced terminal 504.

[0007] Moreover, with the multi-band filter, in order to obtain two or more

passbands as indicated by JP,10-341135,A, two or more surface acoustic wave filter elements (SAW filter) are prepared on the piezo-electric substrate.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, with the above-mentioned conventional surface acoustic wave filter, the ripple occurred in the transmission characteristic in a passband, and the problem of degradation of a transmission characteristic is produced.

[0009] That is, a function needs to form two or more surface acoustic wave filter elements on the same piezo-electricity substrate with the compound-ized surface acoustic wave filter. When advancing a miniaturization with the surface acoustic wave filter in which two or more filter elements were formed on such same piezo-electricity substrate, there is a case where two surface acoustic wave filter elements arrange in the propagation direction of a surface acoustic wave, and are arranged in it, plentifully.

[0010] However, when two surface acoustic wave filter elements arrange in the propagation direction of a surface wave and have been arranged in it, in a transmission signal, a ripple may arise in a passband under the effect of a bulk wave.

[0011] With RF filter for cellular phones, it is desirable for the transmission characteristic in a passband to be flat as much as possible, and generating of such a ripple serves as a technical problem which should be improved as aggravation of surface smoothness.

[0012] Although processing which damages the rear face of a piezo-electric substrate as this cure (irregularity is formed like sandblasting) was considered, there were problems, like the curvature in a wafer condition becomes large with that a piezo-electric substrate becomes easy to break, so that a rear face is damaged, the heat at the time of processing, or stress. Therefore, the surface acoustic wave filter (surface acoustic wave equipment) which processing which damages a rear face was avoided [filter] and reduced the ripple by the bulk wave is called for from the former, attaining a miniaturization.

[0013]

[Means for Solving the Problem] The surface acoustic wave equipment of this invention is two or more comb mold polar zone (INTADEJITARUTORANSUDEYUSA) formed along the propagation direction of a surface acoustic wave on the piezo-electric substrate in order to solve the above technical problem. the following and IDT -- outlining -- with the 1st surface acoustic wave filter element which it has It has the 2nd surface acoustic wave filter element equipped with two or more IDT(s) formed along the propagation direction of a surface acoustic wave on said piezo-electric substrate. In surface acoustic wave equipment equipped with the part which each propagation path of the 1st and 2nd surface acoustic wave filter elements overlapped Main spacing of the 1st surface acoustic wave filter element and the 2nd surface acoustic wave filter element so that it may be set to $d1 \leq 2.3xt$ or $d1 \geq 2.8xt$, when thickness of $d1$ and said piezo-electric substrate is set to t It is characterized by setting up the 1st surface acoustic wave filter element, the 2nd surface acoustic wave filter element, and a piezo-electric substrate.

[0014] While having the filtering function equipped with the specific passband by having prepared the 1st and 2nd surface acoustic wave filter elements, respectively according to the above-mentioned configuration, multi-functionalization and compound-ization of a function are attained by two or more surface acoustic wave filter elements.

[0015] Moreover, with the above-mentioned configuration, the effect of the bulk wave produced from the surface acoustic wave excited between each 1st and 2nd surface acoustic wave filter elements can be controlled by having set up the 1st surface acoustic wave filter element, the 2nd surface acoustic wave filter element, and a piezo-electric substrate so that it might be set to $d1 \leq 2.3xt$ or $d1 \geq 2.8xt$.

[0016] Since generating of the ripple resulting from the bulk wave to the transmission signal in a passband can be mitigated and a flatter and good filter shape is obtained from this with the above-mentioned configuration, attaining

multi-functionalization and a miniaturization, the transmission characteristic in a passband is improvable.

[0017] Moreover, in the above-mentioned configuration, since the effect of a bulk wave can be controlled even if it excludes damaging the rear face of a piezo-electric substrate, generating of the defect of the crack of the piezo-electric substrate by the process which damages the above-mentioned rear face can be avoided, and reduction of the percent defective in a production process is possible.

[0018] With the above-mentioned surface acoustic wave equipment, the transmission amplitude characteristic in the passband of the 1st surface acoustic wave filter element and the 2nd surface acoustic wave filter element is almost equal, about 180 degrees of transmission phase characteristics differ, and it is desirable that one side is [an unbalance terminal and another side] balanced terminals among input/output terminals.

[0019] Since according to the above-mentioned configuration it can have a conversion function by that between unbalance-balances when about 180 degrees differs a transmission phase characteristic, multi-functionalization can be attained.

[0020] In the above-mentioned surface acoustic wave equipment, the center frequency of the 1st and 2nd surface acoustic wave filter element may differ mutually so that it may operate as a multi-band filter.

[0021] According to the above-mentioned configuration, by setting up the center frequency of the 1st and 2nd surface acoustic wave filter element so that it may differ mutually, it becomes possible to make it operate as a multi-band filter, and multi-functionalization and compound-ization of a function can be attained.

[0022] In order that other surface acoustic wave equipments of this invention may solve the aforementioned technical problem, it has the 1st thru/or 4th surface acoustic wave filter element equipped with two or more IDT(s) formed along the propagation direction of a surface acoustic wave on the piezo-electric substrate. Cascade connection of the 1st surface acoustic wave filter element and the 3rd

surface acoustic wave filter element is carried out. Cascade connection of the 2nd surface acoustic wave filter element and the 4th surface acoustic wave filter element is carried out. In surface acoustic wave equipment equipped with the part which it has the part which each propagation path of the 1st and 2nd surface acoustic wave filter element overlapped, and each propagation path of the 3rd and 4th surface acoustic wave filter element overlapped. It is main spacing of the 1st surface acoustic wave filter element and the 2nd surface acoustic wave filter element d_1 . It carries out. It is main **** of the 3rd surface acoustic wave filter element and the 4th surface acoustic wave filter element d_2 . Carry out, and when the wavelength of the surface acoustic wave excited is λ , d_1 , d_2 It is characterized by arranging the 1st thru/or 4th surface acoustic wave filter element so that a difference may be set to $x0.5\lambda$ ($n= 0, 1$ and $2, 3 \dots$) about $(2n+1)$.

[0023] While having the filtering function equipped with the specific passband by having prepared the 1st thru/or 4th surface acoustic wave filter element, respectively according to the above-mentioned configuration, multi-functionalization and compound-ization of a function can be attained by two or more surface acoustic wave filter elements.

[0024] Moreover, even if it approaches mutually and prepares the 1st and 2nd surface acoustic wave filter element and the 3rd and 4th surface acoustic wave filter element with the above-mentioned configuration for a miniaturization d_1 , d_2 . By setting up a difference about $(2n+1)$ by about odd times $x0.5\lambda$ ($n= 0, 1$ and $2, 3 \dots$), i.e., the half-wave length of a surface acoustic wave. Generating of the ripple resulting from the bulk wave between the 1st and 2nd surface acoustic wave filter element and the 3rd and 4th surface acoustic wave filter element can be reduced.

[0025] Therefore, with the above-mentioned configuration, since generating of a ripple can be mitigated and a flatter and good filter shape is obtained, attaining multi-functionalization and a miniaturization while having a filtering function, the transmission characteristic in a passband is improvable.

[0026] With the above-mentioned surface acoustic wave equipment, the transmission amplitude characteristic in the passband of the 1st thru/or 4th surface acoustic wave filter element is almost equal mutually, among the 1st thru/or 4th surface acoustic wave filter element, it has the transmission phase characteristic in which about 180 degrees of one surface acoustic wave filter element which has the transmission phase characteristic with three almost same surface acoustic wave filter elements, and remains differ from other three surface acoustic wave filter elements, and it is desirable for one side to be an unbalance terminal and for another side to be a balanced terminal among input/output terminals.

[0027] According to the above-mentioned configuration, by setting one surface acoustic wave filter element as an opposite phase to other three surface acoustic wave filter elements, it can have a conversion function during an unbalance-balance and multi-functionalization can be attained.

[0028] It is d1 when thickness of said piezo-electric substrate is set to t in the above-mentioned surface acoustic wave equipment. And d2 The 1st thru/or the 4th surface acoustic wave filter element, and a piezo-electric substrate may be set up so that it may be set to $d1 \leq 2.3xt$ or $d1 \geq 2.8xt$, $d2 \leq 2.3xt$, or $d2 \geq 2.8xt$.

[0029] According to the above-mentioned configuration, it is d1 further. And d2 By setting up as mentioned above, generating of a ripple can be controlled and a transmission characteristic can be improved further.

[0030] With the above-mentioned surface acoustic wave equipment, a piezo-electric substrate is 36 degrees - 44 degreeY-XLiTaO₃. You may be a substrate. According to the above-mentioned configuration, it is a piezo-electric substrate 36 degrees - 44 degreeY-XLiTaO₃ While an insertion loss is mitigable by considering as a substrate piezoelectric [good], the effect of the environmental temperature by the outstanding temperature characteristic can be controlled.

[0031] The communication device of this invention is characterized by using surface acoustic wave equipment given in above any they are, in order to solve the aforementioned technical problem.

[0032] It can miniaturize demonstrating the outstanding transceiver function, since the surface acoustic wave equipment with which it was multi-functionalized miniaturized, and the transmission characteristic in a passband has been improved was used according to the above-mentioned configuration.

[0033]

[Embodiment of the Invention] It will be as follows if each gestalt of operation of this invention is explained based on drawing 1 thru/or drawing 8 .

[0034] The [first gestalt of operation] Drawing 1 is the ** type perspective view showing the structure of the surface acoustic wave filter as surface acoustic wave equipment concerning the first gestalt of operation of this invention. As the above-mentioned surface acoustic wave filter is shown in drawing 1 , the surface acoustic wave filter element (1st surface acoustic wave filter element) 1 and the transmission phase characteristic have the surface acoustic wave filter element (2nd surface acoustic wave filter element) 3 from which about 180 degrees of said surface acoustic wave filters 1 differ on the piezo-electric substrate 10, respectively.

[0035] the above-mentioned piezo-electric substrate 10 -- for example, 39-degreeY-XLiTaO₃ from -- it becomes and the substrate thickness t is formed in 285 micrometers. As a material of the above-mentioned piezo-electric substrate 10, it is not limited above, and have piezoelectric [other], for example, it is Xtal and LiNbO₃. It can use.

[0036] About the above-mentioned surface acoustic wave filter elements 1 and 3, those fundamental configurations are the same (both center frequency is 942.5MHz), and the points set up so that 180 degrees of transmission characteristics of the surface acoustic wave filter element 3 may differ to the transmission characteristic of the surface acoustic wave filter element 1 differ. By such setup, the above-mentioned surface acoustic wave filter has the conversion function during an unbalance-balance with the filtering function.

[0037] First, as for the surface acoustic wave filter element 1, explanation of the surface acoustic wave filter element 1 arranges each IDT 12 and 13 at right and

left (direction which met in the propagation direction of a surface acoustic wave) of a center IDT11, respectively. Furthermore, each reflectors 14 and 15 are arranged so that it may face across IDT12 and centers IDT11 and IDT13 from right and left, respectively. It has IDT32, centers IDT31 and IDT33, and each reflectors 34 and 35 similarly about other surface acoustic wave filter elements 3. Therefore, each above-mentioned surface acoustic wave filter elements 1 and 3 are vertical joint resonator molds.

[0038] IDT called a center IDT11 is equipped with two or more two electrode finger parts equipped with each band-like electrode finger [that it is parallel and regular intervals] of each other prolonged in the direction which intersects perpendicularly from the band-like end face section (bus bar) and one flank of the end face section, and has each above-mentioned electrode finger part in the condition of having become intricate between mutual electrode fingers so that the flank of the electrode finger of each above-mentioned electrode finger part might be met mutually.

[0039] In such IDT, a signal transformation property and a setup of a passband are possible by setting up the crossover width of face which shows the die length and width of face of each electrode finger, spacing of each adjacent electrode finger, and the confrontation die length in the condition between mutual electrode fingers of having become intricate, respectively.

[0040] Moreover, each above-mentioned electrode finger and an above-mentioned bus bar, and each reflector of reflector 14 grade were formed on the piezo-electric substrate 10 by the photolithography method etc., for example, are formed with the aluminum (aluminum) electrode (foil).

[0041] The unbalance terminal 5 connected in the center IDT11 of the above-mentioned surface acoustic wave filter element 1 and the center IDT31 of the surface acoustic wave filter element 3 is formed. One balanced terminal 6 connected to each IDT 12 and 13 of the surface acoustic wave filter element 1 is formed. The balanced terminal 7 of another side connected to each IDT 32 and 33 of the surface acoustic wave filter element 3 is formed.

[0042] Each other is adjoined in the propagation direction of a surface acoustic wave, it is arranged side by side, and the surface acoustic wave filter element 1 and the surface acoustic wave filter element 3 are the main spacing d_1 between above-mentioned both. For example, it is set as 620.0 micrometers.

[0043] Thus, each other is adjoined and the surface acoustic wave filter element 1 and the surface acoustic wave filter element 3 are stood in a line in the propagation direction of a surface acoustic wave, the piezo-electric substrate 10 can be small set up arrangement and by making each center line of the propagation direction of each surface acoustic wave filter elements 1 and 3 mostly in agreement more preferably, and the obtained surface acoustic wave filter can be miniaturized, attaining multi-functionalization.

[0044] In addition, by drawing 1, the logarithm (the number of pairs) of each electrode finger of each surface acoustic wave filter element and the number of each electrode finger of a reflector had many the numbers, and since all were not able to be indicated, they were simplified and indicated.

[0045] An electrical signal is changed into a surface acoustic wave by each IDT 11 and 31 of an input side, by conversion being again made by each IDT 12, 13, 32, and 33 of an output side to an electrical signal, selection of a frequency is performed and such a surface acoustic wave filter functions as a filter.

[0046] Moreover, although the wave motion mainly called a leakage surface acoustic wave is excited in the piezo-electric substrate 10 with the above-mentioned surface acoustic wave filter, a front face is spread, emitting a bulk wave towards the interior of the piezo-electric substrate 10 as a description of this wave motion.

[0047] The bulk wave emitted with propagation of this leakage surface acoustic wave has strong direction dependency, and the include angle emitted is limited to a certain range. As shown in drawing 2, at a certain include angle, the bulk wave 8 emitted from one surface acoustic wave filter element 1 reflects by base 10a of the piezo-electric substrate 10, and returns to surface 10b again. At this time, when the surface acoustic wave filter element 3 of another side existed in the

returning field, it turned out that a large ripple unnecessary to the transmission characteristic in a receptacle passband produces that effect.

[0048] Therefore, it turned out that what is necessary is just to arrange the center IDT31 of the surface acoustic wave filter element 3 which adjoins the surface acoustic wave filter element 1 in addition to the field from which the bulk wave 8 emitted from the surface acoustic wave filter element 1 in order that the effect of this bulk wave 8 may be avoided and the transmission characteristic in a passband may obtain a flatter filter shape, as a result of examining many things returns to surface 10b again.

[0049] Main spacing d_1 in the first gestalt of this operation By changing variously, it is the main spacing d_1 of each surface acoustic wave filter elements 1 and 3. The relation of the magnitude of the ripple produced in a passband was investigated. Moreover, the thickness of the piezo-electric substrate 10 is also changed and they are the various main spacing d_1 . The relation of the magnitude of a ripple was investigated. Those results are shown in drawing 3 .

[0050] Main spacing d_1 between this result and each surface acoustic wave filter elements 1 and 3 When it is in the range which is $2.3t < d < 2.8t$, it turns out that the ripple quantity in a passband is large with 0.15dB or more.

[0051] Therefore, main spacing d_1 between each surface acoustic wave filter elements 1 and 3 The ripple in a band can be reduced by arranging each surface acoustic wave filter elements 1 and 3 so that it may become out of range [an upper type].

[0052] At this invention, it is the above-mentioned main spacing d_1 . Although the effectiveness of this invention can be demonstrated if it is $2.3t$ or less ($d_1 \leq 2.3xt$) or is $2.8t$ or more ($d_1 \geq 2.8xt$) Main spacing d_1 They are $1 \leq 2.1t$ of $1.7t \leq d$, and $1 \leq 3.3t$ of $2.9t \leq d$ more preferably $1 \leq 2.3t$ of $1.6t \leq d$, and $1 \leq 3.5t$ of $2.8t \leq d$. d_1 If it exceeds $3.5t$, trouble will arise in a miniaturization. d_1 When less than $1.6t$, the electrode finger number of a reflector (reflector) decreases and the spurious increase outside a passband is large.

[0053] The [second gestalt of operation] Drawing 4 is the ** type perspective view

showing the structure of the surface acoustic wave filter as surface acoustic wave equipment concerning the second gestalt of operation of this invention. In addition, in the second gestalt of this operation, the member number same about the member which has the same function as the surface acoustic wave filter shown with the first gestalt of the above-mentioned implementation was given, and the explanation was omitted.

[0054] The above-mentioned surface acoustic wave filter is a surface acoustic wave filter of two steps of vertical joint resonator molds which have each surface acoustic wave filter elements 2 and 4 (3rd [the] and the 4th surface acoustic wave filter element, both center frequency of 942.5MHz) further in addition to the surface acoustic wave filter of the first gestalt of the above-mentioned implementation, as shown in drawing 4 .

[0055] The surface acoustic wave filter elements 1, 2, and 4 by which the above-mentioned surface acoustic wave filter was formed on the piezo-electric substrate 10, and a transmission phase characteristic have the surface acoustic wave filter element 3 from which about 180 degrees of the above-mentioned surface acoustic wave filters 1, 2, and 4 differ. By such setup, the above-mentioned surface acoustic wave filter has the conversion function during an unbalance-balance with the filtering function.

[0056] In addition, although the surface acoustic wave filter element 3 was set as the opposite phase in which about 180 degrees of phases differ from others with the second gestalt of this operation, the same effectiveness will be acquired if any one of each surface acoustic wave filter elements 1, 2, 3, and 4 is set as an opposite phase.

[0057] Cascade connection of the above-mentioned surface acoustic wave filter element 1 and the surface acoustic wave filter element 2 of each other is carried out. Cascade connection of the above-mentioned surface acoustic wave filter element 3 and the surface acoustic wave filter element 4 of each other is carried out. Moreover, each surface acoustic wave filter elements 1-4 are installed so that the propagation direction of the surface acoustic wave filter elements 1 and 3

and the propagation direction of the surface acoustic wave filter elements 2 and 4 may become mutual almost parallel. The obtained surface acoustic wave filter can be miniaturized by such installation, attaining multi-functionalization.

[0058] The unbalance terminal 5 connected in the center IDT11 of the above-mentioned surface acoustic wave filter element 1 and the center IDT31 of the surface acoustic wave filter element 3 is formed. One balanced terminal 6 connected in the center IDT21 of the surface acoustic wave filter element 2 is formed. The balanced terminal 7 of another side connected in the center IDT41 of the surface acoustic wave filter element 4 is formed.

[0059] Each other is adjoined in the propagation direction of a surface acoustic wave, it is arranged, and the surface acoustic wave filter element 1 and the surface acoustic wave filter element 3 are the main spacing d_1 between each surface acoustic wave filter elements 1 and 3. For example, it is 620.0 micrometers.

[0060] Each other is adjoined in the propagation direction of a surface acoustic wave, it is arranged, and the surface acoustic wave filter element 2 and the surface acoustic wave filter element 4 are the main spacing d_2 between each surface acoustic wave filter elements 2 and 4. Above d_1 It corresponds, for example, is 622.1 micrometers. The logarithm (the number of pairs) of each surface acoustic wave filter element and the number of a reflector had many the numbers, and since it was not able to indicate, they were simplified and indicated.

[0061] The second gestalt of this operation is the example which constituted the surface acoustic wave filter which has balanced - unbalance conversion function using each surface acoustic wave filter elements 1, 2, 3, and 4 which carried out two-step cascade connection.

[0062] An electrical signal is changed into a surface acoustic wave by each IDT 11 and 31 of an input side, by conversion being again made by each IDT 21 and 41 of an output side to an electrical signal, selection of a frequency is performed and a surface acoustic wave filter functions as a filter.

[0063] Next, it is the main spacing d_1 in the 1st step of each surface acoustic

wave filter elements 1 and 3 like the second gestalt of this operation. Main spacing d_2 in the 2nd step of each surface acoustic wave filter elements 2 and 4. The case where it is made different is explained.

[0064] That is, the 1st step of the surface acoustic wave filter element by which two-step cascade connection was carried out of main spacing d_1 . The 2nd step of main spacing d_2 . By making it differ mutually only $(2n+1)$ of the wavelength of a surface acoustic wave / twice ($n= 0, 1$ and $2, 3 \dots$), generating of the ripple in a band by the bulk wave can be reduced further.

[0065] Generating of the ripple by the bulk wave stated with the first gestalt of said operation is produced with the phase relation between the surface acoustic waves and bulk waves which are excited inside the surface acoustic wave filter element.

[0066] That is, irregularity (ripple) arises in a transmission characteristic to the filter shape obtained when there is no effect of a bulk wave, as it may have the relation which the phase between the case where it has the relation which the phase between a surface acoustic wave and a bulk wave is in agreement with a frequency, and suits in slight strength mutually, and a surface acoustic wave and a bulk wave reverses, and is weakened mutually and shown in drawing 5 (a).

[0067] When this irregularity is reversed with the 1st step in the 2nd step, in the filter shape of the whole which carried out two-step cascade connection, irregularity negates each other and a filter shape without a ripple is obtained.

Although what is necessary is just to reverse the phase relation between a surface acoustic wave and a bulk wave to reverse irregularity, this is possible by making it differ only $(2n+1)$ of the wavelength of the surface acoustic wave which has main spacing of a surface acoustic wave filter element excited / twice ($n= 0, 1$ and $2, 3 \dots$).

[0068] Since the phase characteristic of a surface acoustic wave is determined with the electrode finger structure of each surface acoustic wave filter elements 1, 2, and 3 and the 4 interior, it is not dependent on arrangement of each surface acoustic wave filter elements 1, 2, 3, and 4, but since a bulk wave changes

propagation path length by arrangement of each surface acoustic wave filter elements 1, 2, 3, and 4, it also changes a phase characteristic.

[0069] Since the surface acoustic wave currently excited within the surface acoustic wave filter element and the bulk wave emitted have fixed relation, by changing main spacing of a surface acoustic wave filter element by one wave, it can also change bulk wave propagation distance by one wave.

[0070] Therefore, the 1st step of main spacing d_1 The 2nd step of main spacing d_2 By making it differ only $(2n+1)$ of the wavelength of a surface acoustic wave / twice ($n=0, 1$ and $2, 3 \dots$) The irregularity (refer to drawing 5 (a)) under the effect of the bulk wave in the 1st step and the irregularity (refer to drawing 5 (b)) under the effect of the bulk wave in the 2nd step will be mutually reversed. In the filter shape of the whole which carried out two-step cascade connection, each irregularity negates each other and a filter shape without a ripple is obtained (refer to drawing 5 (c)).

[0071] The comparison of the filter shape before being improved with the filter shape obtained with the second gestalt of this operation is shown in drawing 6 . With the surface acoustic wave equipment as an example of a comparison before being improved, it is set as $d_1 = d_2 = 620 \text{ micrometer}$ and $t = 285 \text{ micrometers}$. The filter shape obtained with the second gestalt of this operation understands that there is no ripple compared with the example of a comparison, and the good property is acquired so that clearly from drawing 6 .

[0072] Moreover, it also sets in the surface acoustic wave filter concerning the second gestalt of this operation, and is d_1 and d_2 . Since the transmission characteristic with better setting up to substrate thickness t of the piezo-electric substrate 10 like the first gestalt of the aforementioned operation is acquired, it is desirable.

[0073] The [third gestalt of operation] Drawing 7 is the ** type perspective view of the surface acoustic wave filter as surface acoustic wave equipment in which the third gestalt of operation of this invention is shown. In addition, in the third gestalt of this operation, the member number same about the member which has the

same function as the surface acoustic wave filter shown with the first of the above-mentioned implementation and the second gestalt was given, and the explanation was omitted.

[0074] With the surface acoustic wave filter concerning the third gestalt of this operation, as shown in drawing 7 , in order to have two passbands, the surface acoustic wave filter element 301 (center frequency of 895.5MHz) formed on the piezo-electric substrate 10 and the surface acoustic wave filter element 302 (center frequency of 942.5MHz) from which said surface acoustic wave filter element 301 and center frequency differ are formed.

[0075] Each above-mentioned surface acoustic wave filter elements 301 and 302 are equipped with the same configuration as each above-mentioned surface acoustic wave filter element 1 except center frequency differing mutually.

[0076] Moreover, the logarithm (the number of pairs) of each electrode finger of each surface acoustic wave filter elements 301 and 302 and the number of each electrode finger of a reflector have many the numbers, and since all cannot be indicated on drawing 7 , it has simplified. Main spacing d_1 of the propagation direction of a surface acoustic wave between the surface acoustic wave filter element 301 and the surface acoustic wave filter element 302 For example, it may be 620 micrometers.

[0077] Although each surface acoustic wave filter elements 301 and 302 in which center frequency is different from each other unlike the first gestalt of the above-mentioned operation adjoin each other mutually with the third gestalt of this operation, even if the center frequency of each surface acoustic wave filter elements 301 and 302 differs mutually, the radiation angle of the bulk wave 8 to which a leakage surface acoustic wave is emitted does not change.

[0078] For this reason, main spacing d_1 between each surface acoustic wave filter elements 301 and 302 When it has arranged so that it may become $1 < 2.8t$ of $2.3t < d$, a ripple arises in the transmission signal in a passband for the same reason as the first gestalt of the above-mentioned operation.

[0079] Therefore, main spacing d_1 between each surface acoustic wave filter

elements 301 and 302 The ripple produced in the transmission signal in a passband also in the various functions surface acoustic wave filter used as a multi-band filter by arranging each surface acoustic wave filter elements 301 and 302 so that it may become out of range [an upper type] can be reduced. Moreover, the same effectiveness is acquired even if it applies the third gestalt of such this operation to the second gestalt of the aforementioned operation.

[0080] The [fourth gestalt of operation] Then, the communication device 100 which carried the surface acoustic wave filter of a publication in the first of this operation thru/or the third gestalt is explained, referring to drawing 8 . As a receiver side (Rx side) which receives, the above-mentioned communication device 100 is equipped with an antenna 101, the antenna common section / RFTop filter 102, amplifier 103, Rx interstage filter 104, a mixer 105, the 1stIF filter 106, a mixer 107, the 2ndIF filter 108, the 1st+2nd local synthesizer 111, TCXO (temperature compensated crystal oscillator (temperature-compensated crystal oscillator))112, a divider 113, and the local filter 114, and is constituted. As double lines showed, in order to secure balance nature from Rx interstage filter 104 to drawing 8 to a mixer 105, transmitting by each balanced signal is desirable.

[0081] Moreover, as a transceiver side (Tx side) which transmits, it has the TxIF filter 121, a mixer 122, Tx interstage filter 123, amplifier 124, a coupler 125, an isolator 126, and APC (automatic power control)127 (APC), and the above-mentioned communication device 100 is constituted while sharing the above-mentioned antenna 101, and the above-mentioned above-mentioned antenna common section / RFTop filter 102.

[0082] And a surface acoustic wave filter given in the first of this operation thru/or the third gestalt mentioned above can use for the above-mentioned Rx interstage filter 104, the 1stIF filter 106, the TxIF filter 121, and Tx interstage filter 123 suitably.

[0083] Therefore, the used surface acoustic wave filter is multi-functionalized and miniaturized, and the above-mentioned communication device can be attaining

the miniaturization with the good transceiver function by having the still better transmission characteristic more than the miniaturization, especially the GHz band.

[0084]

[Effect of the Invention] When thickness of d_1 and said piezo-electric substrate is set to t for main spacing of the 1st surface acoustic wave filter element and the 2nd surface acoustic wave filter element equipped with the part to which each propagation paths overlapped on the piezo-electric substrate as mentioned above, the surface acoustic wave equipment of this invention is the configuration that the 1st surface acoustic wave filter element, the 2nd surface acoustic wave filter element, and a piezo-electric substrate are set up so that it may be set to $d_1 \leq 2.3xt$ or $d_1 \geq 2.8xt$.

[0085] So, the above-mentioned configuration does the effectiveness that a transmission characteristic can be improved, by setting it as $d_1 \leq 2.3xt$ or $d_1 \geq 2.8xt$, attaining multi-functionalization and a miniaturization.

[0086] The 1st surface acoustic wave filter element and the 2nd surface acoustic wave filter element (main spacing d_1) in which other surface acoustic wave equipments of this invention have the part to which propagation paths overlapped on the piezo-electric substrate as mentioned above, Have the 3rd surface acoustic wave filter element which has the part which the propagation path overlapped, and the 4th surface acoustic wave filter element (main **** d_2), and when the wavelength of the surface acoustic wave excited is λ d_1 d_2 It is the configuration that the 1st thru/or 4th surface acoustic wave filter element is arranged so that a difference may be set to $x0.5\lambda$ ($n= 0, 1$ and $2, 3 \rightarrow$) about $(2n+1)$.

[0087] So, since generating of a ripple can be mitigated and a flatter and good filter shape is obtained, attaining multi-functionalization and a miniaturization while having a filtering function, the above-mentioned configuration does the effectiveness that the transmission characteristic in a passband is improvable.

[0088] The communication device of this invention is the configuration of having

used surface acoustic wave equipment given in above any they being as mentioned above.

[0089] So, the above-mentioned configuration does the effectiveness that it can miniaturize, demonstrating the outstanding transceiver function, since the surface acoustic wave equipment with which it was multi-functionalized miniaturized, and the transmission characteristic in a passband has been improved was used.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the ** type perspective view showing the surface acoustic wave filter concerning the first gestalt of operation of this invention.

[Drawing 2] It is a conceptual diagram for explaining the bulk wave radiation in the above-mentioned surface acoustic wave equipment.

[Drawing 3] It sets in the first gestalt of the above-mentioned implementation, and is d1. It is the graph which shows the relation of the yield of the ripple by having changed.

[Drawing 4] It is the ** type perspective view showing the surface acoustic wave filter concerning the second gestalt of operation of this invention.

[Drawing 5] It is an explanatory view for explaining reduction of a ripple in the second gestalt of the above-mentioned implementation, and (a) shows the 1st step of filter shape, (b) shows the 2nd step of filter shape, and (c) shows the filter shape when carrying out cascade connection of the 2nd step to the 1st step.

[Drawing 6] It is a graph to compare and show the filter shape improved with the second gestalt of the above-mentioned implementation, and the filter shape before an improvement.

[Drawing 7] It is the ** type perspective view showing the surface acoustic wave filter concerning the third gestalt of operation of this invention.

[Drawing 8] It is the important section block diagram of the communication device concerning the fourth gestalt of operation of this invention.

[Drawing 9] It is the outline top view of conventional surface acoustic wave equipment.

[Description of Notations]

1 Surface Acoustic Wave Filter Element (1st Surface Acoustic Wave Filter Element)

2 Surface Acoustic Wave Filter Element (3rd Surface Acoustic Wave Filter Element)

3 Surface Acoustic Wave Filter Element (2nd Surface Acoustic Wave Filter Element)

4 Surface Acoustic Wave Filter Element (4th Surface Acoustic Wave Filter Element)

10 Piezo-electric Substrate

[Translation done.]

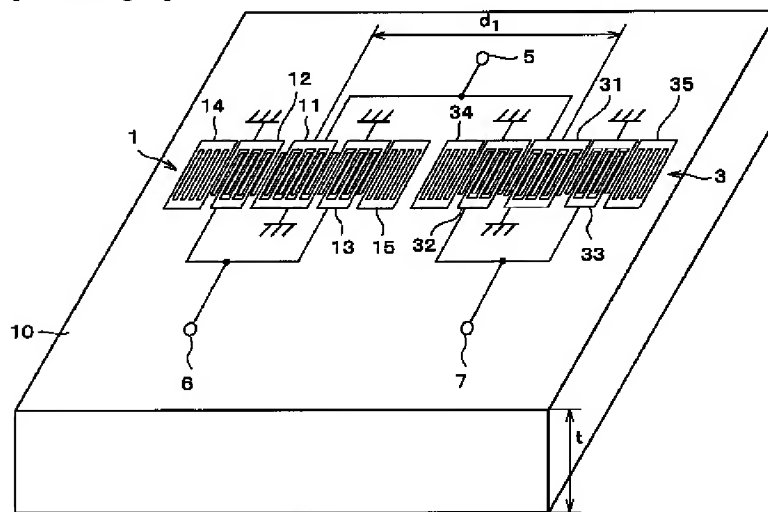
* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

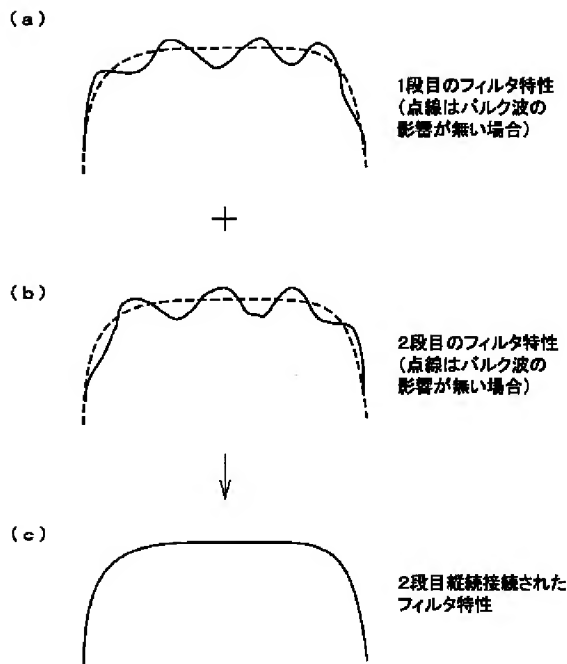
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

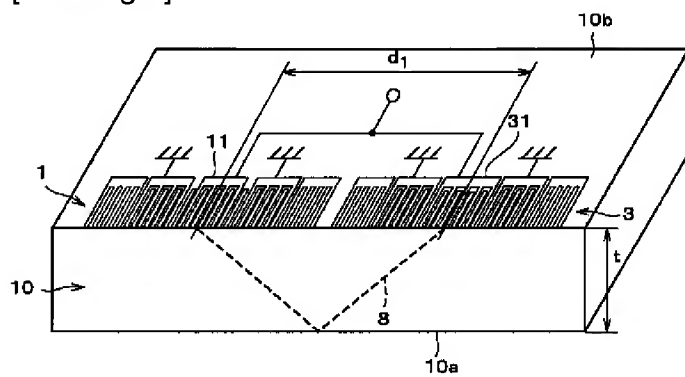
[Drawing 1]



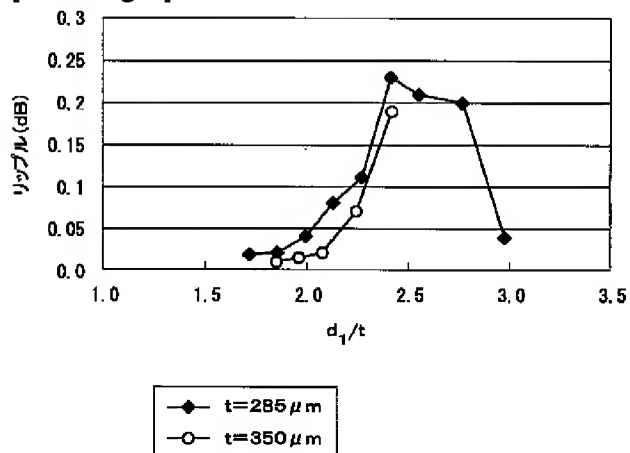
[Drawing 5]



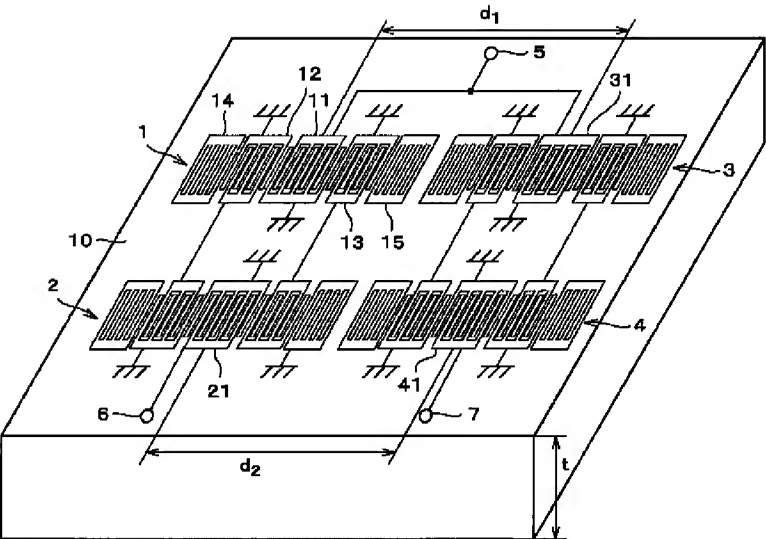
[Drawing 2]



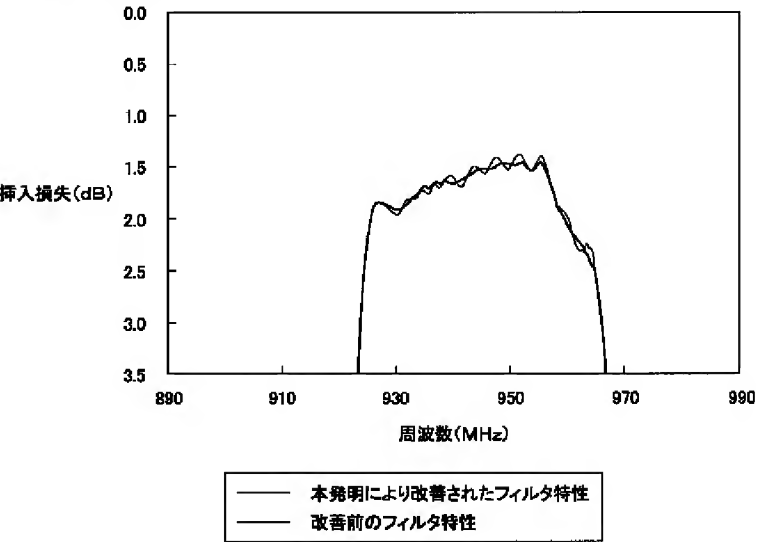
[Drawing 3]



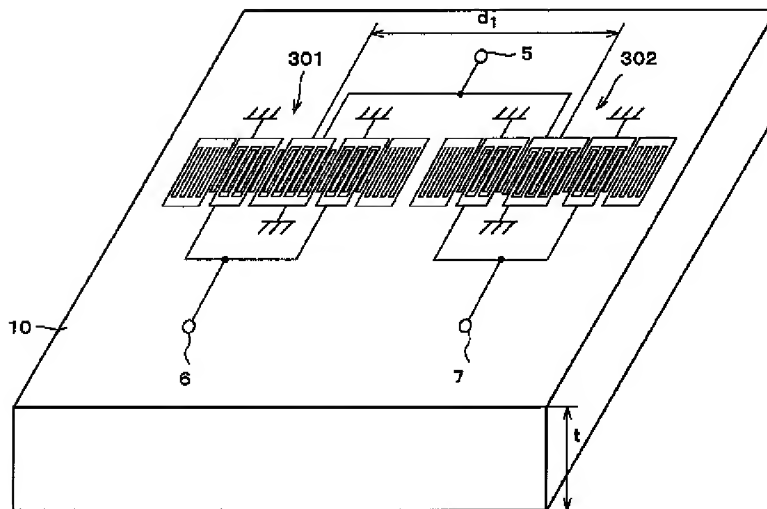
[Drawing 4]



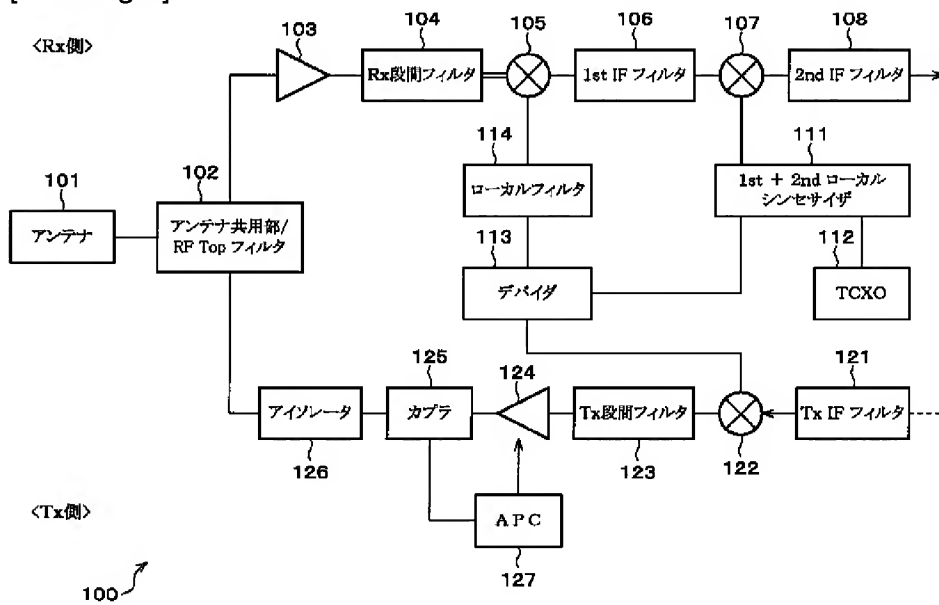
[Drawing 6]



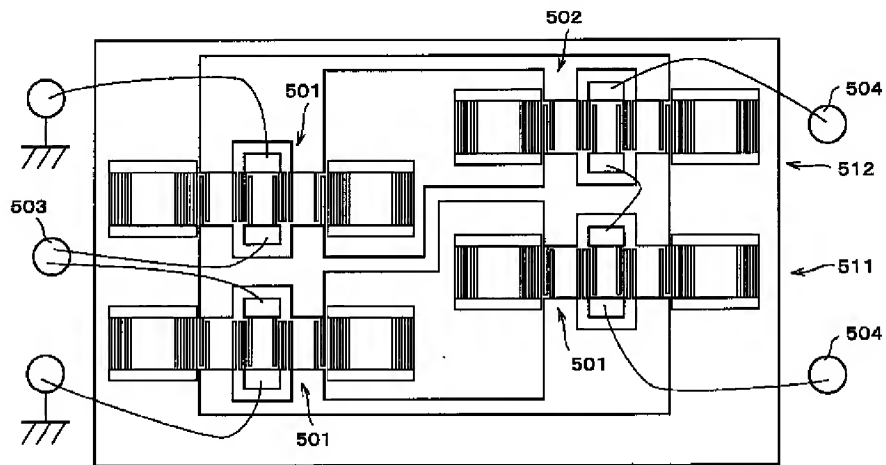
[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Drawing 9]



[Translation done.]